

Индивидуальные хронобиологические закономерности в легкоатлетическом спринте

Kozina Zh.L.¹ABCDE, Prokopenko I.F.¹ABC, Cretu M.²ADE, Chebanu O.I.³ABCDE, Ryepko O.A.¹CDE, Osipov A.V.⁴CDE, Razumenko T.O.¹CDE, Kudryavtsev M.D.^{5,6,7,8}ADE, Polianskyi A.O.⁸BCD

¹Kharkiv National Pedagogical University

²University of Pitesti, Romania

³Kharkov National Air Force University

⁴Mariupol state University

⁵Department of Theoretical Foundations of Physical Education, Krasnoyarsk State Pedagogical University of V.P. Astafyev, Russia

⁶Department of Valeology, Siberian Federal University, Russia

⁷ Department of Physical Training, The Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Russia

⁸ Department of Physical Education, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Russia

Аннотация.

Цель работы – выявить закономерности индивидуальной динамики соревновательной результативности в в легкоатлетическом спринте на примере элитной атлетки.

Материал и методы.

Участники. В исследовании приняла участие атлетка высокой квалификации, специализируется в беге на короткие дистанции и прыжках в длину, чемпионка Европы по лёгкой атлетике 2010 года; призёр чемпионатов мира среди паралимпийцев и Паралимпийских игр среди атлетов с нарушениями зрения (категория T12) 2016 года. Обобщены результаты соревновательной результативности на многолетних временных интервалах (с 1997 по 2015 год) и на двухгодичных временных интервалах. Составлены полиномиальные модели с 1997 года по 2015 год с прогнозом до 2017 года и модели соревновательной результативности по типу синусоидальной регрессии в годичном цикле подготовки с 2015 по 2017 годы. Проведен корреляционный анализ соревновательной результативности с величиной биоритмов, гипотетически существующих от рождения.

Результаты.

Построены синусоидальные модели результативности для определения индивидуальных периодов закономерности подъемов и спадов состояния атлетки. В синусоидальных функциях описания соревновательной результативности атлетки период колебаний составил от 32 до 48 суток. Показано, что период синусоидальной функции динамики соревновательной результативности на временных интервалах около 30-40 дней совпадает с периодом оварийного цикла атлетки. Выявлена достоверная взаимосвязь между временем пробегания дистанции 400 м и значениями интуитивного биоритма (период колебаний составляет 38 дней ($r=-0,58$, $p<0,05$)). Полученные данные совпали с периодом колебаний спортивной формы согласно синусоидальным функциям, и длительностью оварийного цикла. На основании полученных моделей откорректированы тренировочные программы согласно выявленным закономерностям подъемов и спадов функционального состояния.

Выводы.

Выявление и учет математических закономерностей индивидуальной динамики спортивной формы позволяет обеспечить необходимое соответствие между состоянием организма и динамикой нагрузок. Проведенные исследования могут служить алгоритмом для определения математических закономерностей индивидуальной динамики состояния атлетов для коррекции тренировочного процесса при подготовке к главным соревнованиям.

Ключевые слова: спринт, легкая атлетика, модели, биоритм.

Введение.

В настоящее время повышается актуальность проблемы вывода атлета на пик спортивной формы к главным соревнованиям. Lombardo, Michael P.; Deaner, Robert O. [1] отмечают, что данная проблема основывается на сложностях точного определения момента максимальной суперкомпенсации. Момент суперкомпенсации наиболее благоприятен к проявлению максимальных возможностей атлета. Marks T. [2], Mujika I. [3; 4] указывают, что сложность определения суперкомпенсации связана с гетерохронностью восстановительных процессов различных систем организма. Сложность определения момента суперкомпенсации связана также с индивидуальными особенностями каждого атлета. Согласно исследованиям Schumacher Y.O. [5] и Pyne D.B., Mujika I., Reilly T. [6], процесс изменения функциональных возможностей и результативности атлета носит волнообразный характер. Именно на данной закономерности основывается принцип волнообразной динамики нагрузок в тренировочном процессе. В работе Beashel P. and Taylor J. [7] показано, что этот принцип также является основой для структурной периодизации тренировочного процесса.

В работе Platonov V. N. [8] приведены теоретические основы периодизации тренировочного процесса. В структурных элементах тренировочного процесса различают малые волны (до 24 ч; от 1 до 7 суток), средние волны (длительностью около месяца или несколько месяцев), длинные волны (длительностью около года или нескольких лет). На основании этих волн колеблемости уровня подготовленности атлета строятся структурные

элементы спортивной подготовки: микроциклы, мезоциклы, макроциклы. Традиционно микроциклы длятся от 3-4 до 7-8 дней. В микроциклах характер, объем и интенсивность нагрузок изменяется волнообразно в зависимости от задач и направленности тренировочного процесса. Пик нагрузок обычно приходится к середине микроцикла. Кроме того, существуют особенности применения нагрузок различной направленности и величины в течение суток: пик нагрузки может приходиться на первую или на вторую половину дня. Мезоциклы имеют длительность от одного до нескольких месяцев. В течение мезоцикла также происходит изменение характера, объема и интенсивности применяемых нагрузок. Макроциклы длятся от одного года до нескольких лет. В макроциклах может быть от одного до нескольких пиков, характеризующих уровень функциональных возможностей атлета.

Такая структура тренировочного процесса лежит в основе его периодизации. Однако, как отмечают Kozina Z., Repko O., Ionova O., Boychuk Y., Korobeinik V. [9], вопрос конкретизации объема, интенсивности и характера нагрузок остается актуальным для тренеров и ученых в области спорта. В настоящее время конкретный подбор нагрузок осуществляется интуитивно тренером. Таким же образом строится динамика нагрузок различной направленности в течение микроциклов, мезоциклов и макроциклов. Существуют общие рекомендации чередования нагрузок различной направленности в структурных элементах тренировочного процесса. Однако, индивидуальный подбор направленности и величины нагрузки в зависимости от волнообразного изменения функционального состояния атлета на современном этапе является сложной задачей. Для решения данной задачи целесообразно использовать математические модели изменения функционального состояния атлета. Это позволит точно определить периоды подъемов и спадов функционального состояния. Это также даст возможность индивидуально корректировать тренировочный процесс [10; 11].

В настоящее время в литературе имеются данные о существовании определенных закономерностей волнообразного изменения функционального состояния каждого атлета, которое отражается на соревновательной результативности. Так, в работах [10; 11] выявили, что динамика индивидуальной игровой результативности в баскетболе описывается синусоидальными функциями с периодами 28-32 суток. Было показано, что процесс изменения соревновательной результативности целесообразно рассматривать с точки зрения колебательных процессов [11]. Наиболее приемлемой функцией для описания данной закономерности является синусоидальная функция. Было показано [12], что эти закономерности описываются также синусоидальными, кубическими или квадратическими функциями.

Применение регрессионной модели эффективно в практической работе. Оно позволяет достаточно быстро с помощью результатов соревнований прогнозировать время «подъемов» и «спадов» индивидуальной результативности и функционального состояния атлетов. Это помогает корректировать тренировочные программы и определить некоторые индивидуальные особенности атлетов.

Волнообразный характер динамики функционального состояния атлета имеет многообразную природу. Она обусловлена внешними и внутренними причинами [8]. К внутренним причинам можно отнести характер применяемых в тренировочном процессе нагрузок, индивидуальные особенности восстановительных процессов. К внешним факторам можно отнести хронобиологические факторы. Можно заключить, что внутренние и внешние факторы волнообразности функционального состояния в совокупности и определяют индивидуальную динамику подъемов и спадов спортивной формы.

При анализе внешних факторов волнообразной динамики функционального состояния атлета, Ali G. [1] Araujo L.G. Waterhouse J., Edwards B. Henrique E., Santos R., Tufik S., Túlio de Mello M. [14], Bardis K., Atkinson G. [15] опираются на теорию биоритмов. Следует отметить, что основные структурные элементы периодизации тренировочного процесса по длительности соответствуют природным биоритмическим колебаниям.

В работах Hines T.M. [16], Shaffer J. W., Schmidt C. W., Zlotowitz H. I., Fisher R. S. [17] приведены характеристики основных биоритмов. В зависимости от основных критериев ритмы классифицируют чаще всего по длине периода. Циркадианные ритмы - с периодом около 24 часов - наиболее изучены. Результаты исследования циркадных ритмов представлены в работах Bessot N., Moussay S., Clarys J.P., Gauthier A., Sesboué B., Davenne D. [18], Calogiuri G. Weydahl A., Carandente F. [19], Chaâri N., Frikha M., Mezghanni N. [20], Drust B., Waterhouse J., Atkinson G., Edwards B. and Reilly T. [21]. Существуют также биоритмы с периодами 7 - 14 суток; 21-43 суток, биоритмы около года и около нескольких лет [16; 17].

В подготовке атлетов структурные элементы периодизации соответствуют данной классификации биоритмов. Биоритмам с периодом 7 ± 3 суток соответствуют микроциклы в тренировочном процессе. Биоритмам с периодом 21 ± 3 и 30 ± 5 суток соответствуют мезоциклы или их элементы. Окологодичным ритмам соответствуют годичные циклы подготовки атлетов.

Существует также теория трех биоритмов, которые начинают действовать в момент рождения человека [22; 23]. Согласно исследованиям Joncas SX, Carrier N, Nguyen M, & Farand P. [22], Raut TS, & Kaware SHN [24] Shafiee S, Rahim R., Hakime A., Vahid R. [25], на данный момент эта теория является недоказанной. Данные Pausgachová B., Gereková J, Ondráček J. [23], Sokolova VS, Dvornikov P.A. [26] свидетельствуют, что существуют взаимосвязи соревновательной результативности со значениями трех биоритмов. Результаты исследований Shafiee S, Rahim R., Hakime A., Vahid R. [25] показывают, что у баскетболисток высокой квалификации не было выявлено взаимосвязи между самочувствием и величиной «врожденных» биоритмов.

В настоящее время гипотеза о существовании трех врожденных биоритмов является спорной [27]. Вместе с тем выявление индивидуальных математических закономерностей функционального состояния и

динамики соревновательной результативности атлетов высокой квалификации перспективно с точки зрения определения необходимых параметров характера, объема и интенсивности физических. Это даст возможность коррекции тренировочного процесса для вывода атлета на пик функционального состояния к главным соревнованиям.

Данное положение актуально для представителей всех видов спорта. Особую актуальность данное положение имеет для видов спорта с максимальным проявлением физических и психических возможностей. К таким видам спорта относится легкоатлетический спринт.

Установлено [1; 7; 8], что легкоатлетический спринт предъявляется высокие требования к развитию скоростных и скоростно-силовых возможностей атлетов. На соревнованиях от спринтера требуется максимальное проявление этих качеств. Они также имеют волнообразную динамику развития. Поэтому для коррекции тренировочного процесса спринтеров в легкой атлетике необходим подбор нагрузок по характеру, объему и интенсивности согласно закономерностям индивидуальной динамики функционального состояния атлетов.

Цель работы – выявить закономерности индивидуальной динамики соревновательной результативности в легкоатлетическом спринте на примере элитной атлетки.

Материал и методы.

Участники. В исследовании приняла участие атлетка высокой квалификации. Она специализируется в беге на короткие дистанции и прыжках в длину. Атлетка является чемпионкой Европы по лёгкой атлетике 2010 года, призёром чемпионатов мира среди паралимпийцев и Паралимпийских игр среди атлетов с нарушениями зрения (категория T12) 2016 года.

Ход исследования. Были проанализированы индивидуальные особенности функционального состояния атлетки в течение 24 часов. Регистрировались субъективные ощущений атлетки относительно желания тренироваться.

Составлены модели соревновательной результативности по типу синусоидальной регрессии в годичном цикле подготовки с 2015 по 2017 годы.

Была проанализирована динамика соревновательной результативности атлетки высокой квалификации на международных соревнованиях с 1997 по 2015 годы в беге на 400 м, 200 м, 100 м и 60 м. Составлены математические модели нелинейной регрессии, описывающие динамику соревновательной результативности атлетки в многолетнем периоде. Линии нелинейной регрессии позволили сделать прогноз результатов до 2017 года. Реальные результаты 2016 года были сопоставлены с прогнозом. Были определены значения различных биоритмов (23 суток (физический биоритм), 28 суток (эмоциональный биоритм), 32 суток (интеллектуальный биоритм), 38 суток (интеллектуальный биоритм) и 43 суток (интуитивный биоритм)) по программе «Biorhythm expert» (<http://www.tucows.com/preview/332490/Biorhythm-Expert>). Проведен корреляционный анализ соревновательной результативности с величиной биоритмов.

Математическая обработка результатов. По результатам в беге на 60 м, 100 м, 200 м и 400 м были составлены синусоидальные регрессионные модели динамики индивидуальной соревновательной результативности на период с 2015 по 2017 гг. Использовалась программа Mathcad. На временном интервале с 1997 по 2016 год динамика соревновательной результативности была описана полиномиальными функциями с помощью программ SPSS и EXCEL. Был также проведен корреляционный анализ показателей соревновательной результативности со значениями биоритмов на временном интервале с 1997 по 2016 год с помощью программы SPSS.

Результаты.

Было выявлено, что пик функционального состояния атлетки наблюдается в вечерние часы после 18-00. Соревновательные результаты также оказались несколько выше при проведении соревнований в вечерние часы. Полученные результаты подтверждают данные Georgopoulos N.A., Rottstein L., Tsekouras A., Theodoropoulou A., Koukkou E., Mylonas P., Polykarpou G., Lampropoulou E., Iconomou G., Leglise M., Vagenakis A.G., Markou K.B. [28], Jarraya M., Jarraya S., Chtourou H. [29], Jourkesh M., Keikha B.M., Sadri L., Ojagi A. [30] о существовании индивидуальных особенностей суточных ритмов. На основании полученных данных был скорректирован тренировочный процесс с перенесением основных нагрузок на вечерние тренировки. Время вечерних тренировок также было смещено на более поздние часы с 19-00 до 20-30.

На следующем этапе были проанализированы околосезонные колебания соревновательной результативности. Для этого были проанализированы регрессионные модели динамики результативности на более коротких отрезках. Эти отрезки включали годичный цикл подготовки или несколько мезоциклов. Для этого были построены синусоидальные модели результативности для определения индивидуальных периодов закономерности подъёмов и спадов состояния атлетки. Пример такой модели приведен на рисунке 1. Результативность атлетки на дистанции 200 м в 2015-2017 гг. описывается синусоидальной функцией:

$$y(x)=3,4\sin(1,2x)+27, \quad (1)$$

где: $x=10$ суток,

y – время пробегания дистанции 200 м.

Период колебаний соревновательной результативности составляет 38 дней (рис. 1).

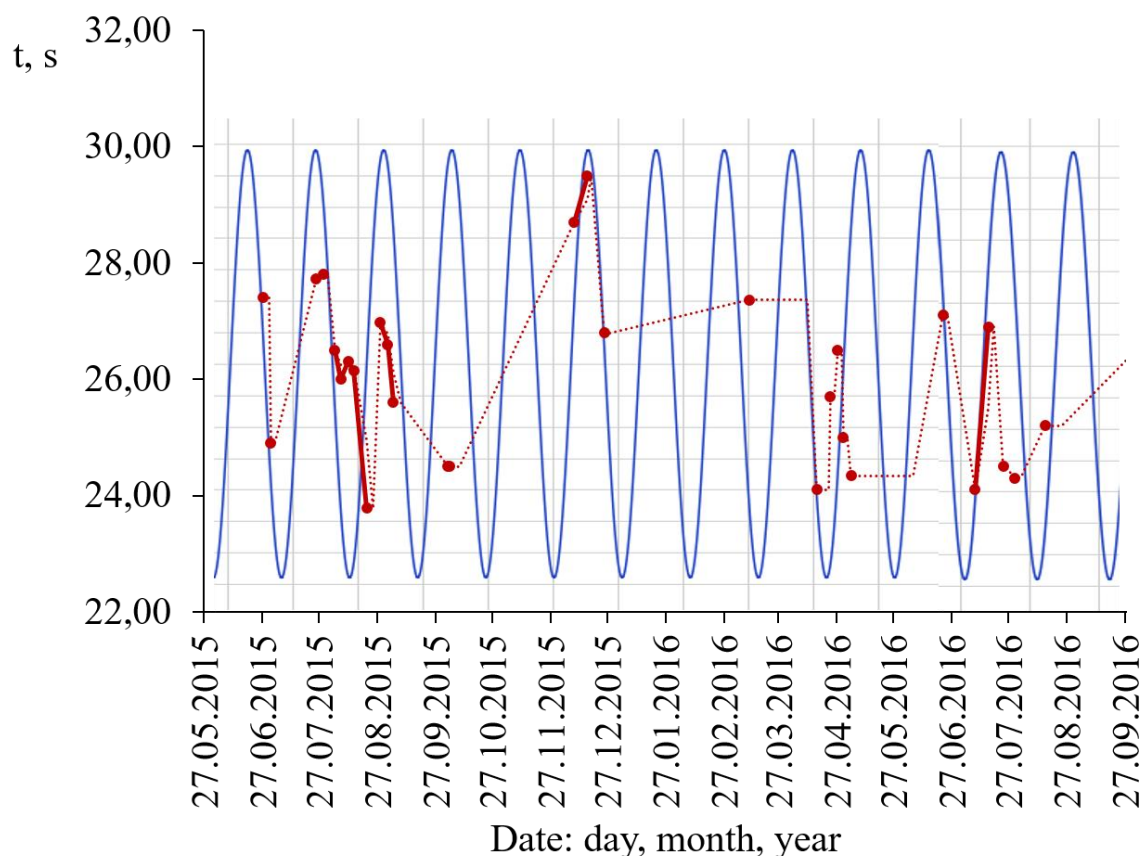


Рис. 1. Индивидуальная соревновательная результативность атлетки на дистанции 200 м; период колебаний охватывает несколько микроциклов и составляет 38 суток:

- результаты в соревнованиях международного уровня;
- график синусоидальной функции, описывающей динамику соревновательной результативности атлетки с 2015 г. по 2017 г.

На более длительных временных интервалах соревновательная результативность атлетки в беге на 200 м описывалась уравнением синусоидальной функции:

$$y(x) = -3,4 \sin(0,2x) + 27, \quad (2)$$

где $x=10$ суток,
 y — время пробега дистанции 200 м.

Аналогичным образом были построены синусоидальные модели соревновательной **результативности** атлетки в беге на 60 м, 80 м, 100 м, 120 м, 150 м.

В синусоидальных функциях соревновательной результативности атлетки **период** колебаний составил от 32 до 48 суток. Полученные результаты означают, **что** максимальный уровень функционального состояния атлетки и проявление максимальных возможностей появляется с периодичностью от 32 до 48 суток. Таким же образом изменяется и максимальный спад функциональных возможностей. При сопоставлении выявленной закономерности динамики функционального состояния атлетки с ее овуляторным циклом было выявлено, что длительность овуляторного цикла атлетки также составляет от 32 до 48 дней. **Пик** результативности приходится на вторую фазу овуляторного цикла. Таким образом, период синусоидальной функции динамики соревновательной результативности совпал с периодом овуляторного цикла атлетки. Учет данных закономерностей позволяет корректировать тренировочный процесс согласно индивидуальным подъемам и спадам спортивной формы. На основании полученных данных были даны рекомендации по корректировке тренировочного процесса. Корректировка тренировочного процесса была направлена на учет полученных естественных закономерностей изменения функционального состояния атлетки.

Была также проанализирована динамика соревновательной результативности атлетки на международных соревнованиях с 1997 по 2015 год в беге на 400 м, 200 м, 100 м и 60 м.

Были вычислены коэффициенты корреляции между соревновательной результативностью с 1997 по 2015 годы и значениями индивидуальных биоритмов. Достоверная взаимосвязь была обнаружена только между временем пробега дистанции 400 м и значениями интуитивного биоритма. **Период колебаний** данного биоритма составляет 38 дней ($r=-0,58$, $p<0,05$). Эти данные совпали с выявленными особенностями динамики

соревновательной результативности атлетки по результатам синусоидальных моделей и периодом оварияльного цикла. Однако для более коротких дистанций взаимосвязей не было выявлено.

Далее были составлены математические модели нелинейной регрессии, описывающие динамику соревновательной результативности атлетки в многолетнем периоде. На основании полученных моделей составлен прогноз результатов на 2016-2017 годы. Тренировочные программы были скорректированы по выявленным закономерностям подъемов и спадов функционального состояния.

Соревновательная результативность атлетки с 1997 г. по 2016 г. по 2015 год и прогнозом до 2017 года на дистанции 400 м описывается уравнением полиномиальной регрессии (рис. 2); $R^2=0,93$. Это свидетельствует о высокой точности приближения.

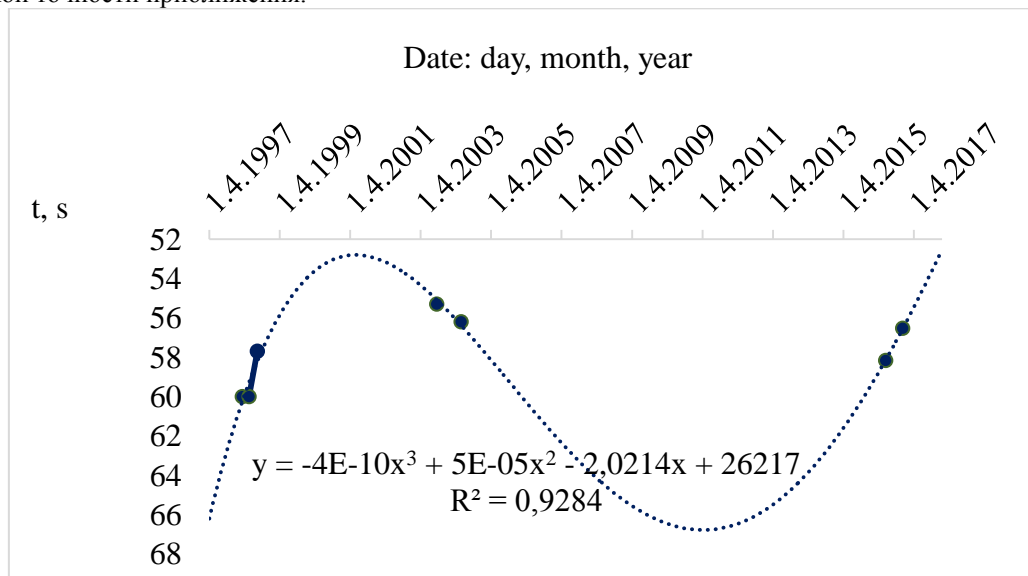


Рис. 2. Индивидуальная соревновательная результативность элитной атлетки на дистанции 400 м:

● — результаты в соревнованиях международного уровня;

..... — график полиномиальной регрессии, описывающей динамику соревновательной результативности с 1997 г. по 2016 г.;

Аналогичным образом были проанализированы полиномиальные регрессионные кривые на период с 1997 года по 2015 год на дистанциях 200 м, 100 м, 60 м. Регрессионные линии были продлены до 2017 года. Это позволило сопоставить соревновательную результативность 2016 года с прогнозируемым результатом по линиям регрессии.

Тренировочные программы были откорректированы по закономерностям индивидуальной динамики соревновательной результативности для выхода атлетки на пик спортивной формы к Паралимпиаде 2016 года.

Полученные данные соответствуют нашим предыдущим исследованиям [11; 12]. Эти исследования показали, что у квалифицированных атлетов часто соревновательная результативность подчиняется периодам от 23 до 50 суток. Периоды более 30 суток соответствуют изменениям ментальной и интуитивной сферы. Корректировка тренировочных программ строилась с учетом данной особенности атлетки. В этой связи этой атлетке вначале необходимо понять смысл предлагаемых упражнений, «проиграть» в уме различные действия. Для обследуемой атлетки весьма эффективны самостоятельные установки на активизацию восстановительных процессов, пребывание в зоне природы. Этой атлетке в качестве средства восстановления подходит спокойная музыка, типа «релакс» или «транс» с видеосопровождением.

Следует отметить, что в тренировочном процессе обследуемой атлетки были учтены данные рекомендации. В результате на Паралимпиаде 2016 года атлетка показала результаты, несколько выше прогноза по регрессионным моделям полиномиальных функций. Она стала чемпионкой Мира и серебряной призеркой Паралимпиады 2016 года.

Дискуссия.

Полученные нами результаты согласуются с результатами наших исследований, свидетельствующих о наличии периодичности колебаний соревновательной результативности квалифицированных атлетов. Так, в более ранних работах [11; 12] мы выявили, что динамика индивидуальной игровой результативности описывается синусоидальными функциями с периодами 28-32 суток. Полученные данные могут быть полезны для прогнозирования индивидуальной игровой результативности атлетов, определения индивидуальных особенностей игроков и корректировки тренировочных программ.

Были подтверждены данные [9; 10], что процесс изменения соревновательной результативности целесообразно рассматривать с точки зрения колебательных процессов. Наиболее приемлемой функцией для описания данной закономерности является синусоидальная функция.

Показано, что для спринтеров высокой квалификации аналогично баскетболистам высокой квалификации [11; 12], регрессионная модель индивидуальной динамики эффективности соревновательной деятельности подчиняется синусоидальной зависимости. Она описывается уравнением регрессии

$$y = a + b \sin((2\pi/t)(T - c)),$$

где y - результативность,

T - временной интервал, то есть день по счету от первого анализируемого соревнования,

коэффициент a означает среднее значение результативности данного атлета,

коэффициент b означает амплитуду колебаний результативности атлета,

коэффициент t - период колебаний игровой результативности атлета,

коэффициент c - значение периода в момент первого анализируемого соревнования.

Подтверждены также данные [9; 11], что применение регрессионной синусоидальной модели эффективно в практической работе. Оно позволяет достаточно быстро на основании результатов соревнований предсказать время «подъемов» и «спадов» индивидуальной результативности. Это помогает корректировать тренировочные программы и определять некоторые индивидуальные особенности атлетов. Однако для представителей легкоатлетического спринта атлетов с нарушениями зрения данные закономерности были выявлены впервые.

В наших более ранних исследованиях было показано также [11; 12], что у квалифицированных баскетболистов мужских женских команд наблюдается индивидуальная динамика эффективности игровых действий. Она описывается синусоидальными функциями. Данная закономерность представляет собой периодические подъемы и спады, повторяющиеся в определенной последовательности. Эти закономерности описываются также кубическими или квадратическими уравнениями регрессии.

В исследованиях [12] было выявлено, что взаимосвязь эффективности игровой деятельности с уровнем физического, эмоционального и интеллектуального биоритмов индивидуальна для каждого игрока, коэффициент корреляции колеблется от 0,61 ($p < 0,05$) до полного отсутствия или даже отрицательной взаимосвязи. Это может быть объяснено различной магниточувствительностью игроков или различным уровнем их спортивной подготовленности.

Однако в настоящее время гипотеза о существовании трех врожденных биоритмов вызывает разногласия [22; 24; 25]. Следует отметить, что наши исследования показывают наличие математических закономерностей динамики соревновательной результативности атлетов высокой квалификации. Эти закономерности можно использовать в практической работе. При этом могут наблюдаться и не наблюдаться взаимосвязи результативности со значениями трех биоритмов.

В нашем исследовании была выявлена взаимосвязь между значениями интуитивного биоритма атлетки и результативностью на дистанции 400 м. Период колебаний данного биоритма составляет 38 дней.

Данная величина совпала с данными относительно периода колебаний синусоидальной функции, описывающей время пробегания дистанций 60 м, 80 м, 100 м, 120 м, 150 м, 200 м и 400 м. Период колебаний результативности совпал также со значениями периода оварийного цикла атлетки. Полученные данные свидетельствуют о наличии закономерностей подъемов и спадов функционального состояния, которые необходимо учитывать при планировании тренировочных нагрузок в структурных элементах тренировочного процесса.

Существование взаимосвязи между значениями врожденных биоритмов было выявлено только для дистанции 400 м для биоритма с периодом 38 дней. Это соответствует данным, свидетельствующим о влиянии биоритмов на работоспособность человека [23; 26]. Однако полученные данные свидетельствуют также и об относительности данной гипотезы [22; 24; 25]. Для других дистанций достоверной взаимосвязи не было выявлено.

Полученные данные в настоящем исследовании уточняют выявленные нами ранее совпадения результатов регрессионного анализа динамики соревновательной результативности с помощью полиномиальных и синусоидальных моделей [12]. Кроме того, подтвердились результаты исследований о совпадении данных закономерностей у женщин с периодичностью оварийного цикла [12].

Относительно факторов индивидуальной динамики соревновательной результативности можно предположить суммирование внутренних и внешних параметров влияния на соревновательную результативность.

Вне зависимости от природы происхождения биоритмических колебаний результативности и функционального состояния большое значение имеет учет данных закономерностей в практической работе. Это позволяет корректировать тренировочный процесс в соответствии с индивидуальными подъемами и спадами спортивной формы.

Полученные результаты также математически подтверждают необходимость соблюдения принципа волнообразности тренировочных нагрузок [8]. Это позволяет путем применения регрессионных моделей более точно определять периоды повышений и снижений тренировочных нагрузок. Эти периоды соответствуют изменениям функционального состояния атлетов. Таким образом, педагогический принцип спортивной тренировки получил математическое обоснование. В результате этого появилась возможность точного определения периодов увеличения и уменьшения тренировочных нагрузок. Эти периоды согласуются с естественными подъемами и спадами функционального состояния. При этом предложенные модели позволяют вычислять "волны" различной величины [8]:

- малые, характеризующие динамику нагрузок в микроциклах. Они охватывают несколько дней;
- средние, выражающие общую тенденцию нагрузок нескольких малых "волн" в пределах мезоциклов (средних циклов) тренировки;
- большие, характеризующие общую тенденцию средних "волн" в период больших циклов тренировки.
Адекватное построение спортивной тренировки состоит в том, чтобы правильно соразмерить колебания нагрузок различной направленности и величины с динамикой функционального состояния атлета. Выявление и учет математических закономерностей индивидуальной динамики спортивной формы позволяет обеспечить необходимое соответствие между состоянием организма и динамикой нагрузок.

Выводы.

1. Проанализированы индивидуальные особенности функционального состояния атлетки в течение 24 часов. Полученные результаты подтверждают данные о существовании индивидуальных особенностей суточных ритмов.
2. Показано, что в синусоидальных функциях соревновательной результативности атлетки, период колебаний составил от 32 до 48 суток. Выявлена достоверная взаимосвязь между временем пробегания дистанции 400 м и значениями интуитивного биоритма (период колебаний составляет 38 дней ($r=-0,58$, $p<0,05$)). Полученные данные совпали с периодом колебаний спортивной формы по синусоидальным функциям и другими показателями колебаний функционального состояния женщин.
3. В результате корректировки тренировочного процесса по закономерностям индивидуальной динамики соревновательной результативности атлетка на Паралимпиаде 2016 года показала результаты несколько превышающие прогноз по регрессионным моделям полиномиальных функций: стала чемпионкой Мира и серебряной призеркой Паралимпиады 2016 года. Проведенные исследования могут служить алгоритмом для определения математических закономерностей индивидуальной динамики состояния атлетов для коррекции тренировочного процесса при подготовке к главным соревнованиям.

Благодарности.

Исследование проведено согласно:

- «Сводному плану научно-исследовательской работы в сфере физической культуры и спорта на 2011-2015 гг» по теме 2.4 «Теоретико-методические основы индивидуализации в физическом воспитании и спорте» (№ государственной регистрации 0112U002001);
- научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2013-2014 гг. «Теоретико-методические основы применения информационных, педагогических и медико-биологических технологий для формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0113U002003)
- научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2015-2016 гг. «Теоретико-методические основы применения средств информационной, педагогической, медико-биологической направленности для двигательного и духовного развития и формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0115U004036).
- научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2017-2018 гг. «Теоретико-методические основы применения информационных, медико-биологических и педагогических технологий для реализации индивидуального физического, интеллектуального и духовного потенциала и формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0117U000650).

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что не существует конфликта интересов.

References:

1. Lombardo Michael P, Deaner Robert O. You can't teach speed: sprinters falsify the deliberate practice model of expertise. PeerJ. 2. 2014; 06(26). doi:10.7717/peerj.445. ISSN 2167-8359. PMC 4081292 Freely accessible. PMID 25024914.
2. Marks T. A sporting chance. Apollo-the International Art Magazine, 2016; **184**(645): 17-17.
3. Mujika I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. Scand J Med Sci Sports 2010; 20(2): 24-31.
4. Mujika I. Tapering for triathlon competition. J Human Sport&Exercise 2011; 2(1): 264-270.
5. Schumacher YO. The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. Msse 2002; 34(6): 1029-1036.
6. Pyne DB, Mujika I, Reilly T. Peaking for optimal performance: research limitations and future directions. J Sports Sciences 2009; 27(3): 195-202.
7. Beashel P, Taylor J. *Advanced Studies in Physical Education and Sport*. UK: Thomas Nelson and Sons Ltd. 1996.
8. Platonov VN. Periodization of sports training. General theory and its practical applications. — K.: Olympic literature, 2013. — 624 p.

9. Kozina Z, Repko O, Ionova O, Boychuk Y, Korobeinik V. Mathematical basis for the integral development of strength, speed and endurance in sports with complex manifestation of physical qualities. *Journal of Physical Education and Sport*, 2016, 16(1), 70-76. doi:10.7752/jpes.2016.01012
10. Kozina ZL, Jagiello Wladyslaw, Jagiello Marina. Determination of sportsmen's individual characteristics with the help of mathematical simulation and methods of multi-dimensional analysis. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015;12:41–50. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.120>
11. Kozina ZhL, Zaschuk SG, Grin LV, Conformities to law individual dynamics of playing effectiveness of basketball-players of collapsible command of Ukraine. *Physical Education of Students*. 2010;1:52 - 56.
12. Kozina ZhL, Voskoboinik AC, Grin LV. Application of methods of multidimensional and nonlinear regression analysis to reveal the laws of individual dynamics of competitive performance in basketball. *Health, sport, rehabilitation*. 2015;1:40-42.
13. Ali G. Loads of Training Geared to the Pattern of Daily BioRhythm on Some Vital Functions and Development of 800-meter Runners. *World Journal of Sport Sciences*. 2010; 3 (S): 1250–1254.
14. Araujo LG, Waterhouse J., Edwards B, Henrique E., Santos R., Tufik S., Túlio de Mello M. Twenty-four-hour rhythms of muscle strength with a consideration of some methodological problems. *Biological Rhythm Research*. 2011; 42(6): 473–490.
15. Bardis K, Atkinson G. Effects of time of day on power output and thermoregulation responses during cycling. *Biology of exercise*. 2008; 4:17–28.
16. Hines TM. Comprehensive review of biorhythm theory. Psychology Department, Pace University, Pleasantville, NY. *Psychol Rep*. 1998 Aug;83(1):19–64
17. Shaffer JW., Schmidt CW., Zlotowitz HI., Fisher RS. Biorhythms and Highway Crashes. Are They Related? *Arch Gen Psychiatry*. 1978;35(1):41-46.
18. Bessot N, Moussay S, Clarys JP, Gauthier A, Sesbotté B, Davenne D. The influence of circadian rhythm on muscle activity and efficient force production during cycling at different pedal rates. *J. Electromyogr. Kinesiol*. 2007; 17: 176–183.
19. Calogiuri G, Weydahl A, Carandente F. Effects of Sleep Loss on the Rest-Activity Circadian Rhythm of Helpers Participating in Continuous Dogsled Races. *Biol. Res. Nurs*. 2014; 16: 123–133.
20. Chaâri N, Frikha M, Mezghanni N. Time-of-day and warm-up durations effects on thermoregulation and anaerobic performance in moderate conditions. *Biological Rhythm Research*. 2013; 10: 46-49.
21. Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B and Reilly T. Circadian rhythms in sports performance — an update. *Chronobiology International*. 2005; 22(1): 21–44.
22. Joncas SX, Carrier N, Nguyen M, & Farand P. Biorhythm Theory Does Not Predict Admission for Acute Myocardial Infarction. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2011; 17(2): 143-146.
23. Paugšchová B, Gereková J, Ondráček J. Biorhythmic changes in the development of velocity and power abilities in biathlon. *Studia sportiva*. 2010; 4:25–34.
24. Raut TS, & Kaware SHH. Comparative study of Biorhythms with Various physical fitness components. *International Referred Research Journal*, 2011;4:32-33.
25. Shafiee S, Rahim R, Hakime A, Vahid R. The relationship between biorhythm (physical cycle) and sports performance in women's basketball. *Physical education of students*, 2016;3:58–64. doi:10.15561/20755279.2016.0308
26. Sokolova VS, Dvornikov PA. Biorhythms and their influence on the effectiveness of the training process and the results of competitions of the competition-biathlons // *Modern problems of science and education*. 2015; 4:36-42.
27. Wolcott JH, McMeekin RR, Burgin RE, Yanowitch RE. *Correlation of general aviation accidents with the biorhythm theory*. *Hum Factors*. 1977;19 (3): 283–93.
28. Georgopoulos NA, Rottstein L, Tsekouras A, Theodoropoulou A, Koukkou E, Mylonas P, Polykarpou G, Lampropoulou E, Ionomou G, Leglise M, Vagenakis AG, Markou KB. Abolished circadian rhythm of salivary cortisol in elite artistic gymnasts. *Steroids*. 2011; 76 (10): 353–357.
29. Jarraya M, Jarraya S, Chtourou H. The Impact of Partial Sleep Deprivation on the Diurnal Variations of Cognitive Performance in Trained Subjects. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2013; 3 (82): 392–396.
30. Jourkesh M, Keikha BM, Sadri I, Ojagi A. The Effects of time of day on Physical fitness Performance in college-aged men. *Annals of Biological Research*. 2011; 2 (2): 435–440.

Информация об авторах:

Козина Жаннета Леонидовна

д.н. ФВиС, проф.

<http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>

Zhanneta.kozina@gmail.com

Харьковский национальный педагогический университет им. Г.С. Сковороды

ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

Прокопенко Иван Федорович;

д-р пед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-1190-852X>
rector@hnpu.edu.ua
Харьковский национальный педагогический университет им. Г.С. Сковороды
ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

Cretu Marian;
<https://orcid.org/0000-0003-1934-0534>
marian.cretu@efsupit.ro
University of Pitesti, Romania

Чебану Елена Ивановна
<https://orcid.org/0000-0002-6340-1907>
helen04011981@ukr.net
Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Репко Е.А.
<http://orcid.org/0000-0001-6879-6015>;
chigiki.ua@mail.ru;
Харьковский национальный педагогический университет им. Г.С. Сковороды
ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

Осипцов Андрей Валерьевич;
<http://orcid.org/0000-0002-1640-2632>;
osipcov_andrey@mail.ru;
Мариупольский государственный университет; проспект Строителей, 129а, Мариуполь, 87500, Украина

Кудрявцев М.Д.;
<http://orcid.org/0000-0002-2432-1699>;
kumid@yandex.ru;
Сибирский федеральный университет;
Пр. Свободы, 79, 660041, г. Красноярск;
Сибирский государственный университет науки и техники имени М. Ф. Решетнёва; Офис А-406, Красноярский
р-н, Красноярский проспект, 31, Красноярск, Россия;
Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел России,
Ул. Рокоссовская, 20, Красноярск, 660131, Россия.
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; ул. Ады Лебедевой, 89,
Красноярск, 660049, Россия;

Information about the authors

Kozina Zh.L.;
<http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>
Zhanneta.kozina@gmail.com
Kharkiv National Pedagogical University
Alchevskyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

Prokopenko I.F.;
<https://orcid.org/0000-0002-1190-852X>
rector@hnpu.edu.ua
Kharkiv National Pedagogical University
Alchevskyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

Cretu Marian;
<https://orcid.org/0000-0003-1934-0534>
marian.cretu@efsupit.ro
University of Pitesti, Romania

Chebanu O.I.;
<https://orcid.org/0000-0002-6340-1907>
helen04011981@ukr.net
Kharkov National Air Force University
Alchevskyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine

Ryepko O.A.;

<http://orcid.org/0000-0001-6879-6015>;

chigiki.ua@mail.ru;

Kharkov National Pedagogical University; Altshevskih str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine

Osiptsov A.V.;

<http://orcid.org/0000-0002-1640-2632>;

osipcov_andrey@mail.ru;

Mariupol state University; Budivelnykiv Ave., 129a, Mariupol, 87500, Ukraine

Kudryavtsev M. D.;

<http://orcid.org/0000-0002-2432-1699>;

kumid@yandex.ru;

Siberian Federal University;

79, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russia;

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology; Office A-406, 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., 660014, Krasnoyarsk, Russia;

The Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affair of Russia,

Rokossovskia str., 20, Krasnoyarsk, 660131, Russia.

Krasnoyarsk State Pedagogical University of V.P. Astafyev; Ada Lebedeva Street, 89, Krasnoyarsk, 660049, Russia;